



Interior Gateway Protocols

Routing Information Protocol - RIP



Redes de Comunicação de Dados

Routing Information Protocol – RIPv1



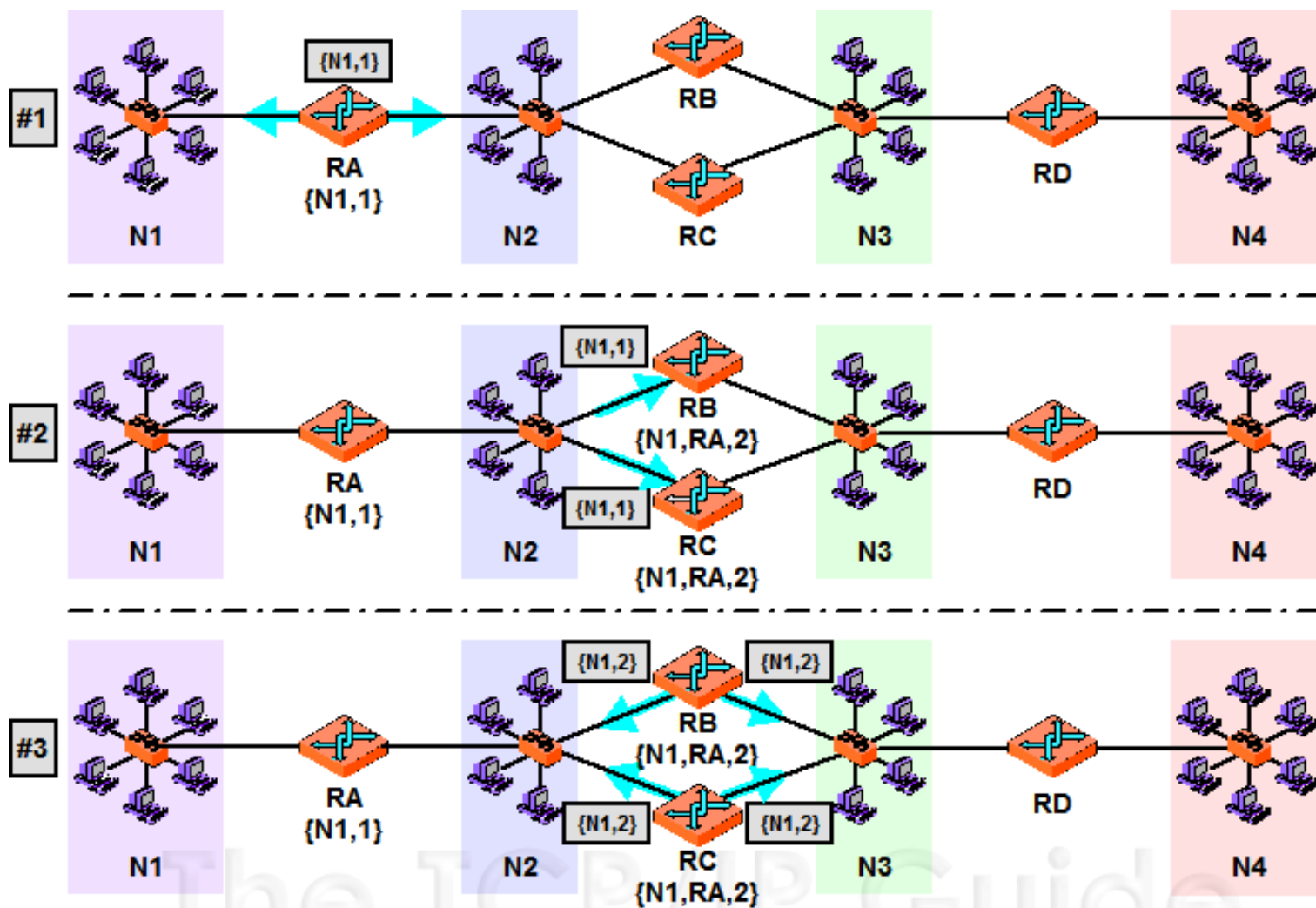
- Características
 - Implementa um algoritmo do tipo *vector-distance*
 - Incluído na distribuição BSD-UNIX em 1982
 - Não envia as máscaras de rede associadas às rotas
 - Apenas suporta subredes da mesma dimensão
 - Não suporta VLSM (*Variable Length Subnet Mask*)
 - Métrica: Distância medida em saltos (*hops*)
 - Métrica ignora outros factores como *delay*, velocidade de transmissão, etc.
 - Guarda apenas os melhores caminhos
 - Não suporta balanceamento de carga entre caminhos com a mesma distância
 - Funciona sobre UDP no porto 520 e por *broadcast* IP
 - Dimensão máxima das mensagens é 512 bytes ou 25 rotas

RIP definido no RFC 1058 [Hedrick 1988]

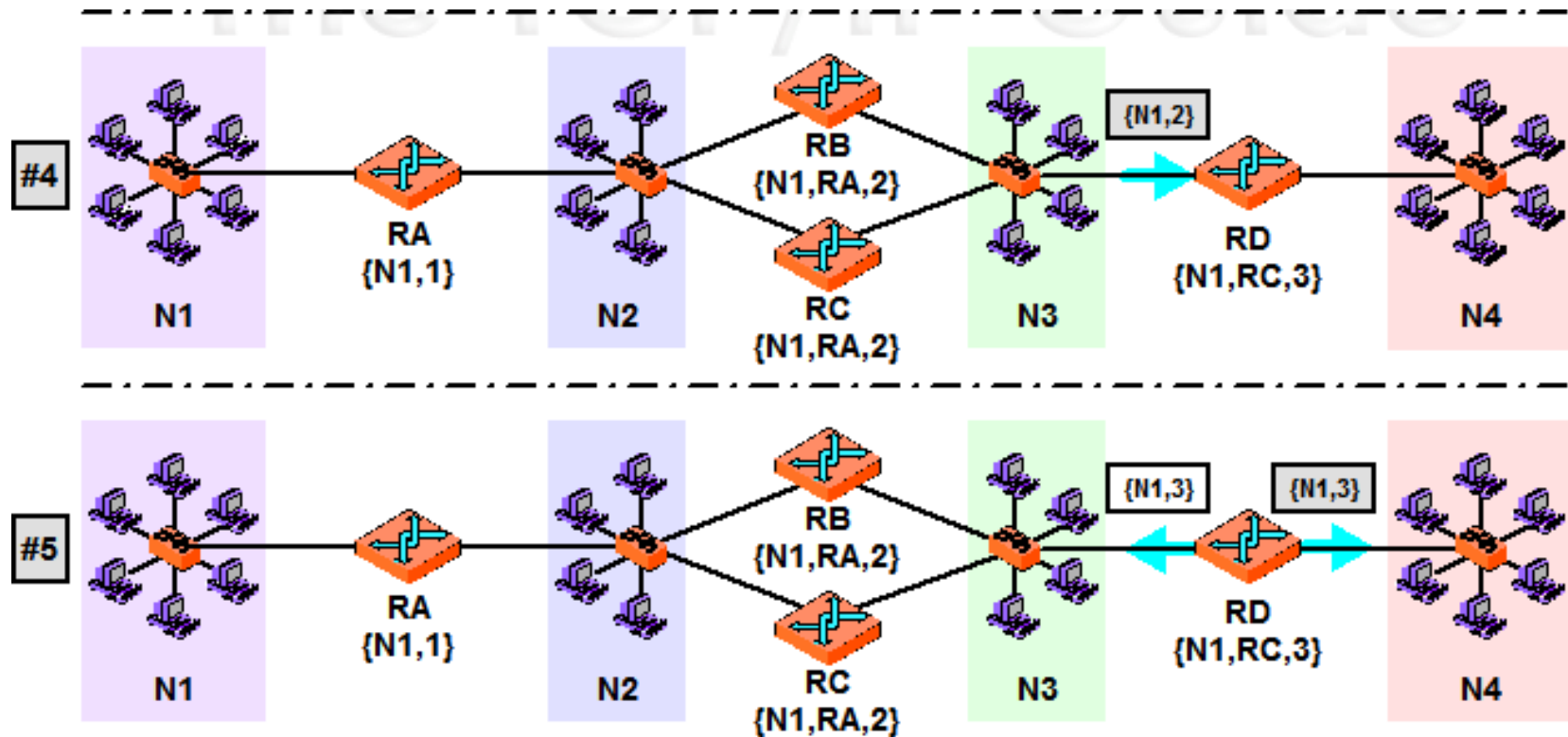


- O protocolo RIP providencia um mecanismo de troca de mensagens com informação sobre rotas, de forma a manter as tabelas de encaminhamento de cada *router* actualizadas. A informação trocada mais importante é:
 - O endereço de cada rede ou máquina
 - A distância em *hops* (saltos) do *router* para a rede ou máquina
 - 1 *hop* = entrega directa
 - 2 *hops* = passa por um único *router*
 - O primeiro salto para a rota, isto é, o local para onde os datagramas têm de ser enviados para chegar à rede ou à máquina de destino (RIPv2 apenas)
- Cálculo de rotas: qualquer *router* que receba uma mensagem de outro *router* a indicar que se pode alcançar a rede X com um custo de N fica a saber que pode alcançar a rede X com um custo de N+1 enviando para o *router* que lhe enviou a mensagem

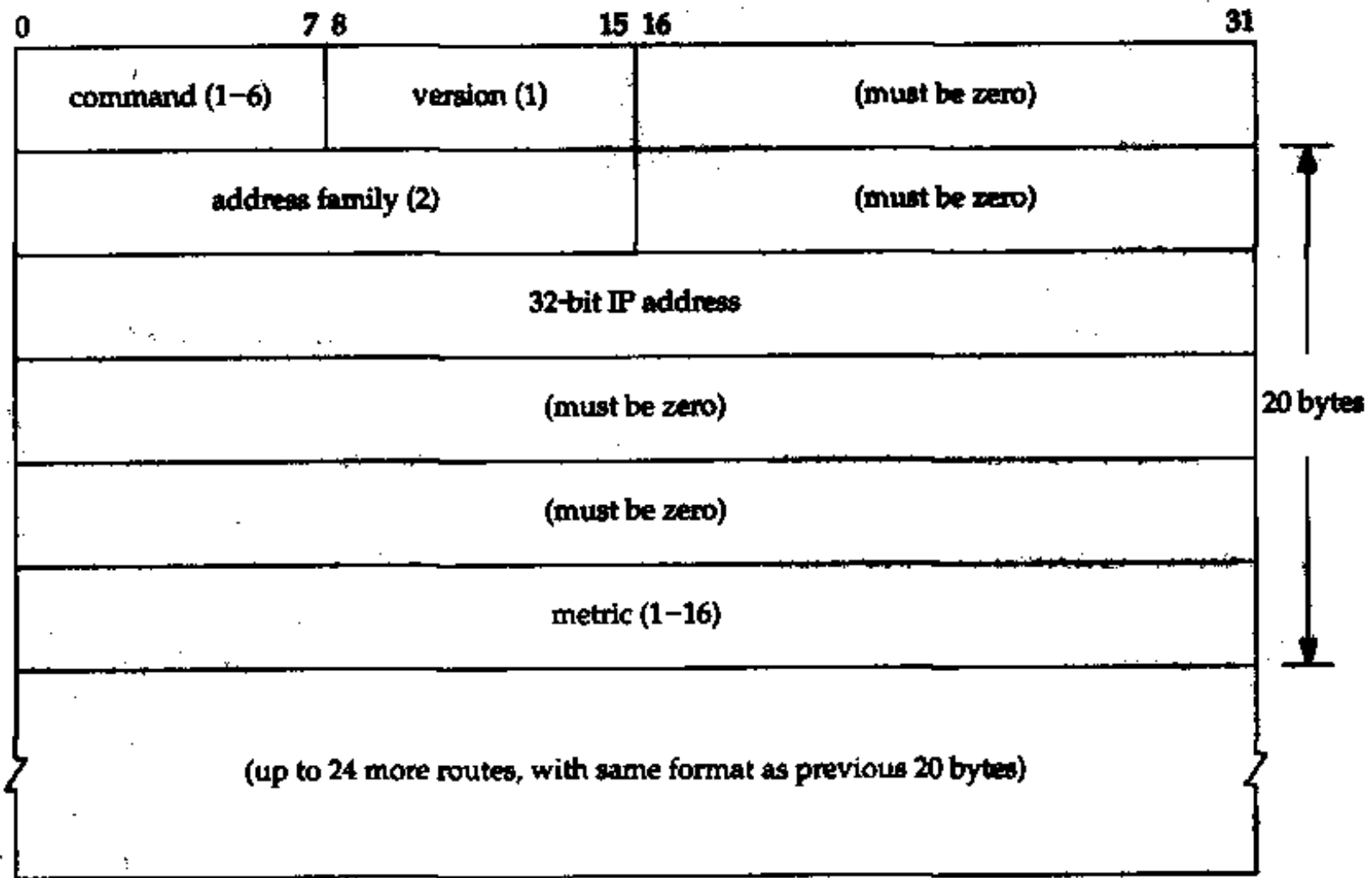
Propagação de informação em RIP



Propagação de informação em RIP



Formato das mensagens RIP



Formato das mensagens RIP (2)



- **COMMAND** - Tipo de Mensagem:
 - 1 - **Request (RQ)** - Pedido de informação de tabela de *routing* (parcial ou total)
 - 2 - **Response (RP)** - Resposta com informação de tabela de *routing*
 - 3 - Liga o modo Trace (obsoleto)
 - 4 - Desliga o modo Trace (obsoleto)
 - 5 - Poll - (Reservada para uso interno da Sun Microsystems)
 - 6 - Poll-entry - (Reservada para uso interno da Sun Microsystems)
- **VERSION** - Versão do protocolo RIP
- **ADDRESS FAMILY** - Tipo de endereços propagados (2 para endereços IP)
- **IP ADDRESS** - Endereço IP (tip. de rede) de destino
 - RQ - do qual se quer saber se um *router* pode encaminhar
 - RP - que o *router* informa que pode encaminhar
- **METRIC** (RP) - Custo do caminho para o endereço de destino medido em número de *routers* (*hops*)
 - Um *router* anuncia METRIC=1 para as redes a que está directamente ligado
 - Um *router* anuncia METRIC=16 para as redes para as quais não sabe encaminhar (infinito)

Convenções de endereços no RIP



- Suporta endereços até 12 bytes.
 - Para IP usa apenas 4, colocando os restantes a 0 (zero).
- Convenciona que o caminho 0.0.0.0 indica o *router* por omissão para encaminhar pacotes para fora do AS.

Funcionamento do RIP (1)



Publicação de caminhos (*Updates*)

- Normal
 - *Router* envia RP, de 30 em 30 segundos (por omissão), por todas as interfaces com informação da tabela de *routing* (total ou parcial)
 - COMMAND = 2; AD FAM = 2 ; IP ADDRESS = IPx ; METRIC = Mx ...
- Provocada (*triggered updates*) [implementado mais tarde]
 - Quando a distância de um caminho é alterada é enviado um RP com a informação da tabela de *routing* que foi alterada
 - COMMAND = 2; AD FAM = 2 ; IP ADDRESS = IPx ; METRIC = Mx ...

Funcionamento do RIP (2)



Pedido de caminhos (*Request*)

- Inicialização
 - *Router* envia RQ por todas as interfaces a pedir tabelas de *routing* (RT) aos *routers* vizinhos (*Broadcast* porto 520 do UDP)
 - COMMAND = 1; ADDRESS FAMILY = 0 ; METRIC = 16
 - *Routers* vizinhos respondem enviando as tabelas de *routing*
 - COMMAND = 2; AD FAM = 2 ; IP ADDRESS = IPx ; METRIC = Mx ...
- Normal
 - Pedido de caminhos
 - COMMAND = 1; AD FAM = 2 ; IP ADDRESS = IPx
 - Resposta com os caminhos
 - COMMAND = 2; AD FAM = 2 ; IP ADDRESS = IPx ; METRIC = Mx ...



Gestão de caminhos nas tabelas de encaminhamento

- Normal
 - O *router* junta a informação das várias rotas recebidas para construir a sua tabela de encaminhamento escolhendo os caminhos com menor distância em termos de saltos (*hops*)
 - Uma rota que não é actualizada durante 3 minutos é apagada ou posta a infinito (*poisoned reverse*)

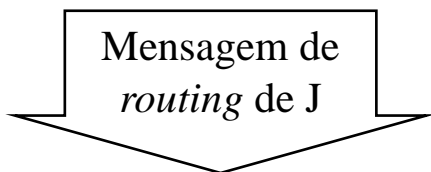
Funcionamento do RIP (4)



- Troca de tabelas de *routing*

Destino	Distância	Caminho
Net1	1	directo
Net2	1	directo
Net4	8	Rout.L
Net17	5	Rout.M
Net24	6	Rout.J
Net30	2	Rout.Q
Net42	2	Rout.J

Tabela de *routing* de K
(Antes de receber
a mensagem de *routing*)



Destino	Distância
Net1	2
Net4	3
Net17	6
Net21	4
Net24	5
Net30	10
Net42	3

Destino	Distância	Caminho
Net1	1	directo
Net2	1	directo
Net4	4	Rout.J
Net17	5	Rout.M
Net21	5	Rout.J
Net24	6	Rout.J
Net30	2	Rout.Q
Net42	4	Rout.J

Tabela de *routing* de K
(Depois de receber
a mensagem de *routing*)

Informação nas tabelas de encaminhamento do RIP



- Destination Address
 - Endereço de Rede, Sub-Rede, Máquina, Omissão (0.0.0.0)
- Router Address
 - *Router* a quem enviar os pacotes para um determinado destino
- Interface
 - Por onde foi recebida a informação de encaminhamento e por onde devem ser enviados os pacotes
- Metric
 - Distância em *hops (routers)* até ao endereço de destino
- Timer
 - Tempo desde que a entrada foi actualizada
- Flags
 - Informação vária - Ex.: Actualizada recentemente

Problemas do Algoritmo *Vector Distance* (RIP)

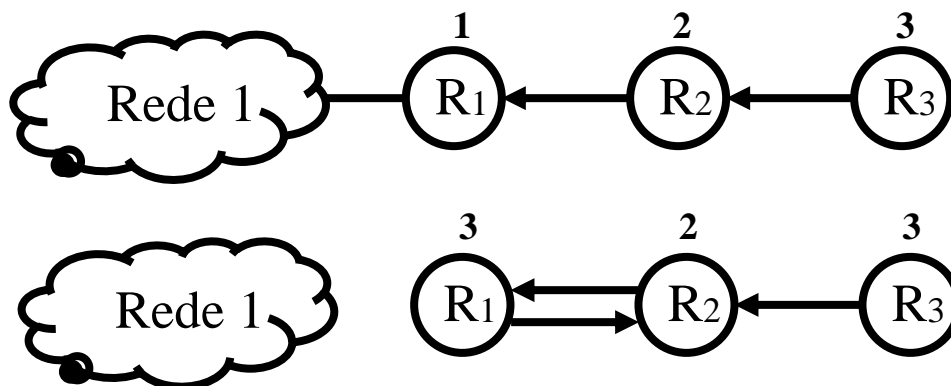


- Convergência lenta: algoritmo lento na propagação de rotas
 - Se considerarmos redes separadas por muitos *routers* até que ambos contenham as mesmas rotas pode demorar muitos minutos
 - Na ocorrência de falha de rotas este problema é mais acentuado
- Possibilidade de existirem ciclos nas tabelas de encaminhamento
 - O protocolo RIP como é do tipo *Vector Distance* e não detecta possíveis ciclos nas tabelas de encaminhamento
 - Pode ser um problema “mortal”, quando a largura de banda é limitada até mesmo levando à saturação da rede
- Instabilidade nas tabelas de encaminhamento
 - O algoritmo *Vector Distance* têm convergência lenta (baseado no mecanismo de *count to infinity*)
 - Novos destinos propagam-se mais rapidamente
 - Destinos inatingíveis propagam-se lentamente (por *timeout*)

Convergência lenta ou *Count to Infinity*

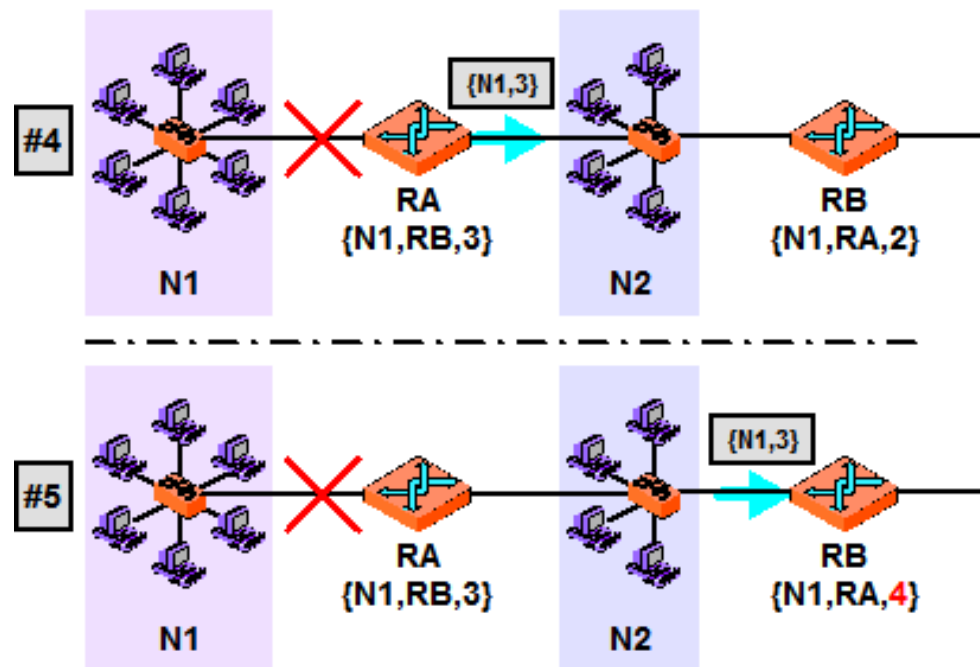
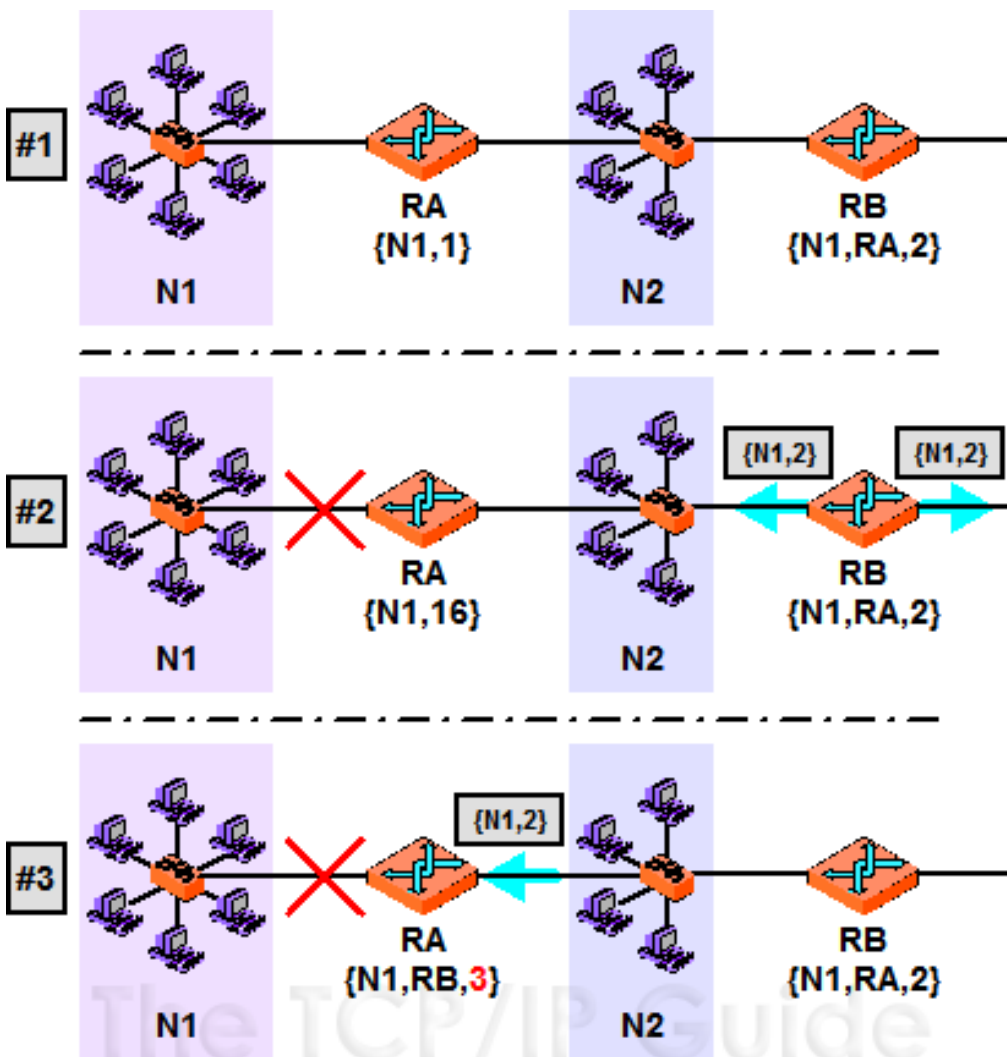


- Quando uma ligação de um *router* deixa de estar activa, pode acontecer que ele aprenda caminhos alternativos que eram baseados (directa ou indirectamente) nessa ligação, existindo assim um tempo de instabilidade nas tabelas de *routing* até que todos os participantes se apercebam que o destino se encontra inacessível.



- De modo a minimizar o tempo de instabilidade foi escolhido o valor 16 para representar um destino inacessível no RIP o que limita a extensão da rede (número de *routers* entre quaisquer duas redes) a executar RIP (16 *hops*).

Count to Infinity



Resolver a “convergência lenta”



- Mecanismos:
 - ***Split Horizon Update*** - (implementado no RIPv1)
 - ***Triggered Updates*** - (implementado no RIPv1)
 - ***Split Horizon With Poisoned Reverse*** - (implementado no RIPv2)
 - ***Hold Down*** - (implementado no RIPv2)

Resolução da “convergência lenta” (1)



- ***Split Horizon Update*** - (implementado no RIPv1)
 - Um *router* não envia para uma interface informação de caminhos que tenha sido recebida por essa interface
 - Uma vez que o *router* que enviou essa informação não necessita que lhe seja fornecida a mesma informação por outro *router* (vizinho)
 - A informação a enviar por todas as interfaces deixou de ser a mesma
 - No entanto deixa por resolver:
 - Não resolve todos os tipos de *loops* (indirectos – envolvendo mais do que duas máquinas).

Resolução da “convergência lenta” (2)



- ***Triggered Updates*** - (implementado no RIPv1)
 - Assim que um *router* altera a métrica para um rota é necessário o envio imediato de uma mensagem de RIP Response para informar os *routers* vizinhos da alteração
 - No caso de uma falha, a convergência é mais rápida uma vez que não é necessário esperar pelo próximo envio periódico
 - Os *routers* vizinhos actualizam a sua informação de encaminhamento, e enviam por sua vez actualizações causando que uma alteração de informação seja propagada por toda a rede rapidamente
 - No entanto deixa por resolver:
 - avalanches de mensagens de difusão (*broadcast*) em redes com vários *routers* (isto porque pode haver vários a detectar esta situação).

Resolução da “convergência lenta” (3)

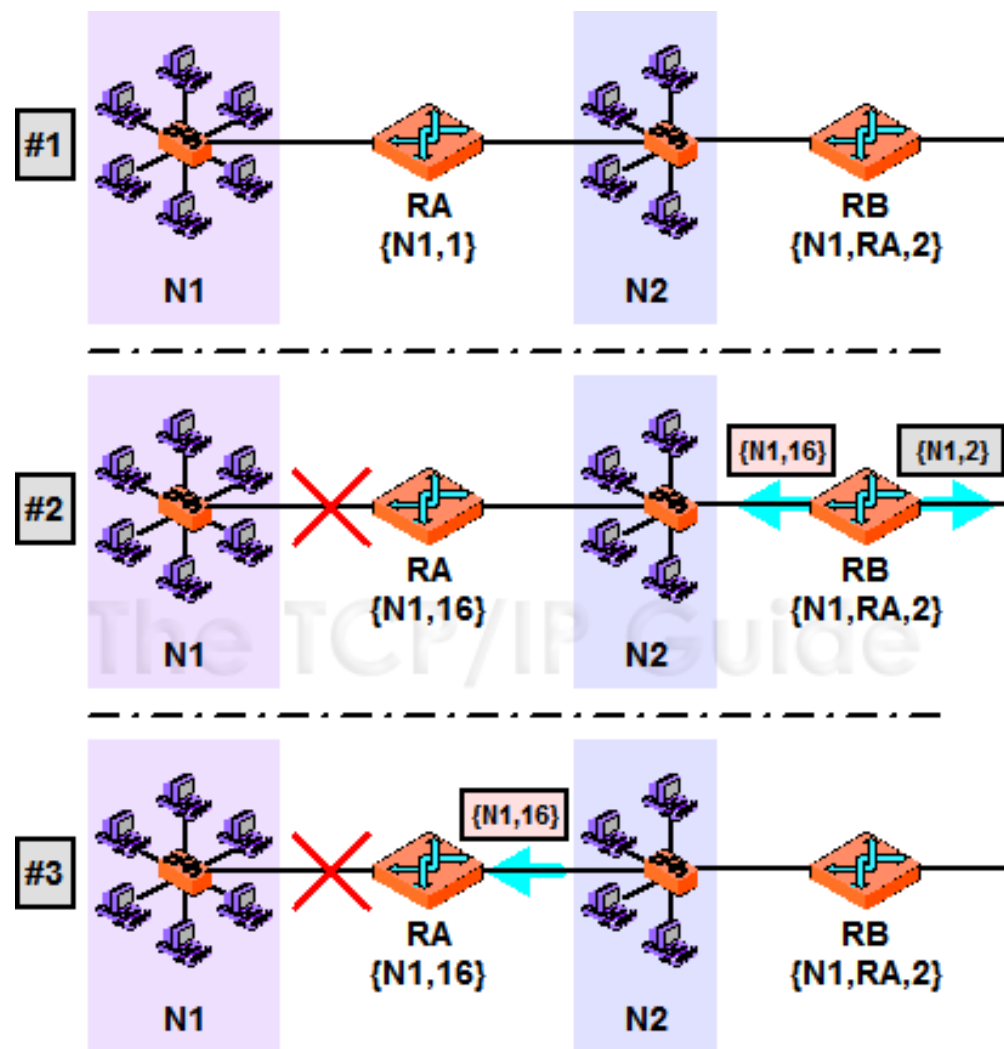


- **Split Horizon With Poisoned Reverse :**

- Implementado no RIPv2
- Em vez de se omitir rotas aprendidas a partir de uma dada interface quando se envia mensagens RIP *Response* nessa interface, inclui-se essas rotas mas coloca-se o seu valor a “RIP infinity”, 16
- Indica-se explicitamente as rotas (proximo salto) que os routers vizinhos não devem usar
- Permite uma melhor segurança do algoritmo *split horizon*
- Desvantagem: Aumenta a dimensão das mensagens de *update*

Nota: Ignorar a cruz vermelha na figura em #2

Ver doc: <https://supportforums.cisco.com/t5/wan-routing-and-switching/rip-poison-reverse-benefit/td-p/2054696>



Resolução da “convergência lenta” (5)



- ***Hold Down*** - (implementado no RIPv2)
 - Durante um tempo, ignora toda a informação sobre novos caminhos para um destino que foi classificado de inatingível (tipicamente 60s).
 - Vantagem: um *router* não é confundido com informação inválida acerca de uma rota inacessível. Permite um período de tempo para que a informação desactualizada seja removida do sistema.
- Problemas:
 - Todas as máquinas têm que ter um *hold-down* igual
 - Durante o período de *hold down*, o destino é classificado com inacessível, mesmo que receba informação de um “bom” caminho alternativo.

Problemas do RIPv1



- Envio de mensagens por *broadcasts*
 - Interrompem todas as máquinas (mesmo que não tenham RIP)
 - Resolvido no RIPv2 com endereço de *Multicast*
- Não existe autenticação das mensagens
 - Resolvido no RIPv2
- Suporte muito incompleto a máscaras de rede
 - Suporta subredes com a dimensão da máscara igual à configurada nas interfaces do próprio *router*
 - Não suporta VLSM – *Variable Length Subnet Mask*
 - Resolvido no RIPv2 com o campo da mensagem *Network Mask*
- Não suporta redes de grandes dimensões
 - Não suporta caminhos maiores que 15 saltos (16 é infinito)
 - Uso de *hop count* como métrica de decisão não reflete a largura de banda dos caminhos, p.e. uma ligação de ethernet é igual a uma ligação por modem

Falhas de segurança do RIPv1



- Como não existe um mecanismo de autenticação dos *routers* a executar o protocolo RIP é fácil bloquear o funcionamento de uma rede enviando mensagens RIP falsas.

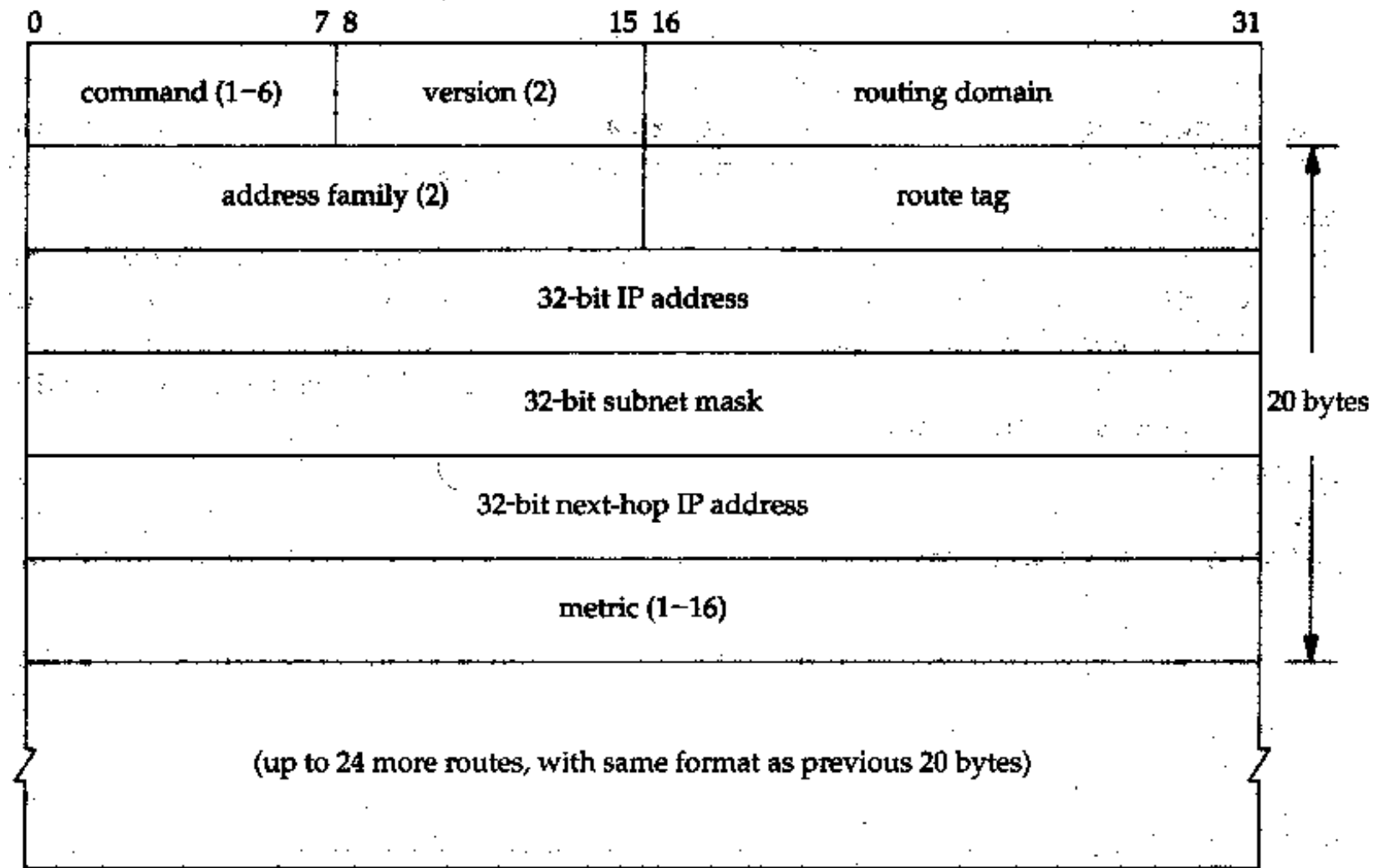
Ex.: Uma máquina envia mensagens RIP anunciando custos baixos para um conjunto de destinos fazendo com que os outros *routers* comecem a encaminhar os pacotes para esses através dessa máquina.

Routing Information Protocol v2 – RIPv2



- Características
 - Compatível com RIPv1
 - Suporta *Classless Routing* (sub-redes, CIDR)
 - Campo *network mask* na mensagem
 - Mecanismo de autenticação
 - *Password* simples e MD5 (RFC 2082 – Jan 1997)
 - Suporta comunicação por *Multicast* - Endereço **224.0.0.9**
 - Não necessita de IGMP - mensagens entre *routers* não são propagadas
 - Suporta anúncio de rotas por *routers* sem RIP
 - Campo *next-hop router* na mensagem
 - Introduz o conceito de domínio RIP (campo *route tag*)
- RIPv2 definido nos RFCs 1723 [1994](obsol.) e 2453 [1998]

Formato das mensagens RIPv2



Formato das mensagens RIPv2 (2)



- **COMMAND** - Tipo de Mensagem:
 - 1 - Request (RQ) - Pedido de informação de tabela de *routing* (parcial ou total)
 - 2 - Response (RP) - Resposta com informação de tabela de *routing*
- **VERSION** - Versão do protocolo RIP - 2
- **ROUTING DOMAIN** - Identificação da instância do protocolo de *routing*
- **ADDRESS FAMILY** - Tipo de endereços propagados (2 para endereços IP)
- **ROUTE TAG** - Para suporte a protocolos EGP (Ex. BGP) – Valor não alterado pelo RIP
- **IP ADDRESS** - Endereço IP (tip. de rede) de destino
 - RQ - do qual se quer saber se um *router* pode encaminhar
 - RP - que o *router* informa que pode encaminhar
- **SUBNET MASK** - Máscara de rede associada ao endereço IP de destino
- **NEXT-HOP IP ADDRESS** - *Router* a quem deve ser dirigido um datagrama para o destino anunciado
- **METRIC (RP)** - Custo do caminho para o endereço de destino medido em número de *routers*

Autenticação RIPv2 – *Password* simples



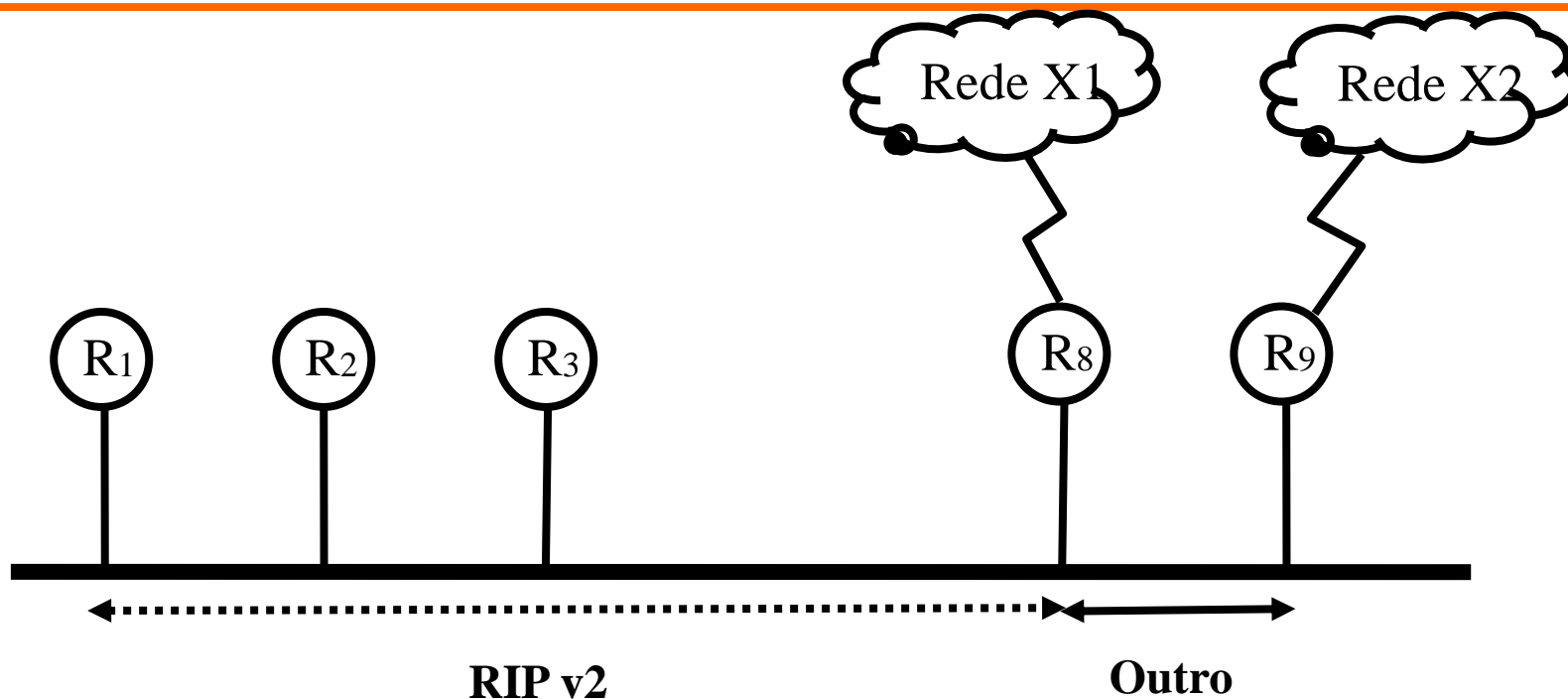
- As mensagens enviadas pelos *routers* levam na primeira entrada de 20 bytes uma *password* em claro (???) definida pelo administrador da rede e que autentica o *router* emissor perante os receptores.
- Campos da mensagem
 - ADDRESS FAMILY = 0xFFFF
 - ROUTE TAG = Authentication Type = 2 (*password* simples)
 - PASSWORD - 16 bytes que transportam uma *password* em claro

Autenticação RIPv2 – MD5 - RFC 4822



- As mensagens enviadas pelos *routers* levam na primeira entrada de 20 bytes (usada antes para anunciar a primeira rota) um valor (*message digest*) que serve para autenticar o *router* emissor perante os recetores.
- Campos da mensagem:
 - Address Family = 0xFFFF (indica uso de autenticação)
 - Route Tag = Authentication Type = 3 (MD5)
 - RIPv2 Packet Length (16bits): comprimento do pacote (autent. é enviada no fim)
 - Key ID (8bits): identificador da chave
 - Auth Data Length (8bits): comprimento dos dados de autenticação
 - Sequence Number (non-decreasing) (32 bit): número de sequência
 - Authentication Data (var. length; 16 bytes with Keyed MD5): saída do algoritmo de autenticação (enviada no fim de cada pacote RIPv2)

Uso do campo NEXT-HOP



- Apenas o R8 executa o protocolo RIPv2 e anuncia as rotas conhecidas por ele e por R9 (aprendidas através de outro protocolo), indicando no campo *next-hop* qual o *router* para onde devem ser encaminhados os pacotes para cada destino.
- Ex.: Para X1 o *next-hop* é R8 e para X2 é R9

Mensagens de RIP v2



No.	Status	Source Address	Dest Address	Summary	Len (Bytes)	Rel. Time	Delta Time
334	M	[192.168.30.1]	[224.0.0.9]	RIP: R Routing entries=7	186	0:00:00.000	0.000.000
335		[141.29.138.132]	[224.0.0.9]	RIP: R Routing entries=7	186	0:00:00.001	0.001.259
338		[180.142.169.20]	[224.0.0.9]	RIP: R Routing entries=7	186	0:00:00.002	0.001.168

DLC: ----- DLC Header -----

DLC:

DLC: Frame 334 arrived at 16:19:35.2990; frame size is 186 (00BA hex) bytes.

DLC: Destination = Multicast 01005E000009

DLC: Source = Station 00206F14E51A

DLC: Ethertype = 0800 (IP)

DLC:

IP: D=[224.0.0.9] S=[192.168.30.1] LEN=152 ID=16474

UDP: D=520 S=520 LEN=152

RIP: ----- RIP Header -----

RIP:

RIP: Command = 2 (Response)

RIP: Version = 2

RIP: Unused = 0

RIP:

RIP: Routing data frame 1

RIP: Address family identifier = 2 (IP)

RIP: Route Tag = 0

RIP: IP Address = [0.0.0.0] (Default route)

RIP: Subnet Mask not present

RIP: Next Hop = [0.0.0.0] (routing via originator)

RIP: Metric = 1

RIP:

RIP: Routing data frame 2

RIP: Address family identifier = 2 (IP)

RIP: Route Tag = 0

RIP: IP Address = [141.29.138.0]

Mensagens de RIP v2



No.	Status	Source Address	Dest Address	Summary	Len (Bytes)
334	M	[192.168.30.1]	[224.0.0.9]	RIP: R Routing entries=7	186

RIP: ----- RIP Header -----
RIP:
RIP: Command = 2 (Response)
RIP: Version = 2
RIP: Unused = 0
RIP:
RIP: Routing data frame 1
RIP: Address family identifier = 2 (IP)
RIP: Route Tag = 0
RIP: IP Address = [0.0.0.0] (Default route)
RIP: Subnet Mask not present
RIP: Next Hop = [0.0.0.0] (routing via originator)
RIP: Metric = 1
RIP:
RIP: Routing data frame 2
RIP: Address family identifier = 2 (IP)
RIP: Route Tag = 0
RIP: IP Address = [141.29.138.0]
RIP: Subnet Mask = [255.255.255.0]
RIP: Next Hop = [0.0.0.0] (routing via originator)
RIP: Metric = 1
RIP:
RIP: Routing data frame 3
RIP: Address family identifier = 2 (IP)
RIP: Route Tag = 0
RIP: IP Address = [141.29.155.0]
RIP: Subnet Mask = [255.255.255.0]
RIP: Next Hop = [0.0.0.0] (routing via originator)
RIP: Metric = 1
RIP:
RIP: Routing data frame 4
RIP: Address family identifier = 2 (IP)
RIP: Route Tag = 0
RIP: IP Address = [180.142.0.0]
RIP: Subnet Mask = [255.255.0.0]
RIP: Next Hop = [0.0.0.0] (routing via originator)

Configuração dum router com RIPv2



- interface loopback 0
- ip address 33.1.1.9 255.255.255.255
- !
- interface atm 0/1:1.19 point-to-point
- atm pvc 19 0 19 aal5snap 0 0 0
- ip address 10.1.19.2 255.255.255.252
- !
- interface atm 0/1:1.29 point-to-point
- atm pvc 29 0 29 aal5snap 0 0 0
- ip address 10.1.29.2 255.255.255.252
- !
- interface Ethernet 0
- ip address 20.1.91.9 255.255.255.240
- **router rip**
- **version 2**
- **maximum-paths 1**
- **network 10.1.19.0 255.255.255.252**
- **network 10.1.29.0 255.255.255.252**
- **network 20.1.91.0 255.255.255.240**



- Características
 - Implementa um algoritmo do tipo *vector-distance*.
 - Métrica: Atraso, Largura de banda, Fiabilidade, Carga
 - Algoritmo (configurável) que pesa estes parâmetros
 - Não suporta máscaras de rede
 - Divisão de tráfego entre os melhores caminhos (*Multipath Route.*)
 - Entre caminhos com a mesma distância ou diferentes (proporcional)
 - Mecanismos para melhorar a estabilidade
 - Funciona sobre UDP por *multicast* IP

Protocolo proprietário da Cisco Systems (1985)



- Mecanismos para melhorar a estabilidade
 - *Hold down*
 - *Split Horizon*
 - *Poison Reverse Updates*
 - *Triggered Updates*
- *Timers*
 - *Update Timer (UT)* - Tempo entre *Updates*
 - *Invalid Timer (3 x UT)* - Tempo para considerar rota inválida
 - *Flush Timer (7 x UT)* - Tempo para apagar as entradas
 - *Hold Timer (3 x UT + 10s)* - Tempo de *Hold Down*

Enhanced IGRP - EIGRP



- Implementa um algoritmo do tipo *vector-distance*
 - Com alguns mecanismos usados pelos protocolos *Link-State*
- Suporta máscaras de rede
- Compatibilidade com o protocolo IGRP
- Suporte de *partial updates* e de vários protocolos de nível 3
- Convergência mais rápida:
 - Um *router* a executar EIGRP guarda todas as tabelas dos seus vizinhos de forma a adaptar-se rapidamente a rotas alternativas
 - Utiliza o protocolo *Diffusing update algorithm (DUAL)* de forma a evitar ciclos e encontrar alternativas quando ocorrem mudanças de topologia
- Funciona sobre UDP por *multicast* IP

Protocolo proprietário da Cisco Systems (1990)

Referências



- RIP - [RFC 1058](#)
- RIPv2 - [RFC 2453](#)
- RIPvng - [RFC 2080](#)